

Partial translation of JP 11-271631A: paragraph 0011 (page 3) and paragraph 0019 (page4)

[0011]

In Fig. 3, the expansion lever 10 has the shape of a parallelogram, and is composed of a fixed side portion 101 which is the first side, a driven side portion 102 which is the third side facing in parallel to it, two lever portions 103 which are the remaining second and fourth sides, and a spring portion 104 at 4 points provided in a way to enable rigid deformation, by providing a groove dug in the material in the direction perpendicular to the drawing, in the lever portion 103 near the connecting portion of those 4 sides. If, with such construction, the fixed side portion 101 is fixed and a proper external force is applied to the driven side portion 102 in the direction parallel to the third side, the shape of the parallelogram will deform, making it possible to move, though slightly, the driven side portion 102 in the up-down direction. At that time, to prevent any movement in the direction perpendicular to the drawing, it may be useful to either determine the shape of the driven side portion 102 with a sufficient thickness in the direction perpendicular to the drawing, or provide a guide rail, etc. for protection against such unintentional movement.

[0019]

A preferred embodiment of the present invention has been explained above, but the present invention is not restricted to the above-described configuration. For example, although the electrostriction actuator is provided in the lever portion on one side, in the above explanation, it may be provided on both sides of the lever portion. Moreover, also in the above

explanation, the spring portion 104 is provided on both sides of the lever portion 3, but it may be provided at the joint portion of the respective sides, or also at both ends of the fixed side portion 101 and the driven side portion 102. Furthermore, for the spring portion 104, one may use a material different from that of the expansion lever body. Still more, the measuring portion of displacement by a laser displacement meter may directly be part of the object lens 4. Yet more, it may be disposed in the sample chamber 1 without intermediary of the peep window 8, depending on the type of the displacement meter.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-271631

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 2 B 21/00

H 0 1 J 37/22

37/28

識別記号

5 0 2

F I

G 0 2 B 21/00

H 0 1 J 37/22

37/28

5 0 2 L

B

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平10-96762

(22) 出願日

平成10年(1998)3月25日

(71) 出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72) 発明者 河合 英治

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本

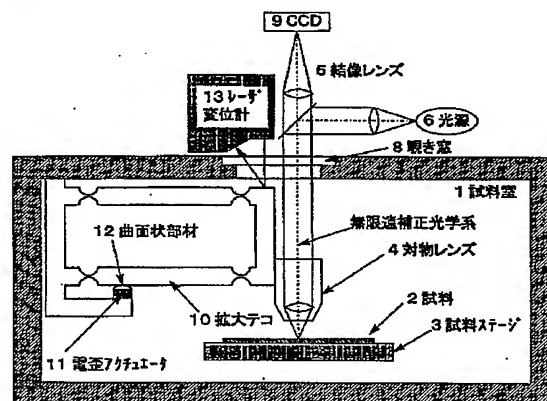
電子株式会社内

(54) 【発明の名称】 光学顕微鏡を組み込んだ走査型電子顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 半導体検査用走査型電子顕微鏡に組み込まれた光学顕微鏡の焦点合わせのための対物レンズ駆動機構において、微粒子発生のない機構を提供し、更にこれによって、高い倍率の対物レンズが使用できるようにする。

【解決手段】 光学顕微鏡の対物レンズを平行四辺形型の拡大テコに取り付け、拡大テコの作用点を電歪アクチュエータで駆動して焦点合わせを行い、更に、レーザ変位センサで対物レンズの変位を測定し、電歪アクチュエータの駆動回路にフィードバックする手段を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学顕微鏡を組み込んだ走査型電子顕微鏡において、前記光学顕微鏡の対物レンズを取り付ける拡大テコと、該拡大テコの作用点を駆動する電歪あるいは磁歪アクチュエータとを備え、前記対物レンズと前記走査型電子顕微鏡に装填された試料表面との距離を調節できるようにしたことを特徴とする走査型電子顕微鏡。

【請求項2】 前記拡大テコの形状は平行四辺形を成し、かつ該拡大テコの一部にばね性を持たせて変形可能と成すことによって、前記電歪あるいは磁歪アクチュエータで駆動されるに際して前記対物レンズの光軸が常に平行である様に成したことを特徴とする請求項1の走査型電子顕微鏡。

【請求項3】 前記拡大テコの前記対物レンズの取り付け部または前記対物レンズの位置または変位を読みとる位置検出器を設け、該位置検出器の信号によって、前記電歪あるいは磁歪アクチュエータを駆動・制御することを特徴とする請求項2の走査型電子顕微鏡。

【請求項4】 前記位置検出器は光学式変位計であることを特徴とする請求項3の走査型電子顕微鏡。

【請求項5】 前記光学式変位計はレーザ変位計であることを特徴とする請求項4の走査型電子顕微鏡。

【請求項6】 請求項3において、前記位置検出器は渦電流あるいは静電容量を測定する電磁気式変位計であることを特徴とする請求項3の走査型電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、試料を可視光等で観察するための光学顕微鏡を組み込んだ、主として半導体検査用の走査型電子顕微鏡に関する。詳しくは、走査型電子顕微鏡に組み込まれた光学顕微鏡の焦点合わせ機構に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、半導体ウェハ検査用の専用の走査型電子顕微鏡が開発され広く用いられている。市場の要求によっては、このような装置に可視光等での試料観察も行えるように光学顕微鏡（以下、OMと略す）を組み込む必要がある。一般に走査型電子顕微鏡類の装置にOMを組み込んだ例としては、電子線マイクロアナライザがある。電子線マイクロアナライザでは、装置の原理的な性格上、必然的に試料を載置した試料ステージの上下動機構を用いてOMの焦点合わせを行う。一方、通常の走査型電子顕微鏡（以下、SEMと略す）では、そのような必然性は必ずしもなく、場合によってはSEMとOMとは独立して焦点合わせを行えた方が都合がよいことも多い。このようなことから半導体ウェハ検査用の専用のSEMにOMを組み込む場合も独立して焦点合わせを行える機構とすることが望まれる。そのようなOMの焦点合わせ機構を説明する従来例を図2に示す。図中、1は内部が真空中に保持されたSEMの試料室、2は観察

しようとするウェハ試料、3は試料を載置し観察位置を変えるためのX、Y動および傾斜動等が可能な試料ステージ、4は試料室1内の所定の位置に固定的に保持されたOMの対物レンズ、6はOMの照明用光源、7は半透明ミラー、8は真密気密に試料室1に設けられた覗き窓、9はCCDカメラ素子である。なお図示しないが、試料室1にはSEMの電子線の照射系、二次電子検出器等が設けられている。更に、同じく図示しないが、前記電子線の照射系や試料ステージ3を制御・駆動するための電源や制御回路、前記二次電子検出器からの信号を処理する回路や走査像の表示装置が接続され、装置全体を制御するコンピュータ等が接続されている。

【0003】このようなSEMに組み込まれたOMの焦点合わせは、次のようにして行われる。光源6からの照明光は、半透明ミラー7で反射され、覗き窓8を経て試料室1に入り、所定の位置に固定された対物レンズ4を経て、試料2を照明する。試料2からの光は、再び対物レンズ4、覗き窓8を経て、半透明ミラー7を通過し、ある位置に結像する。この結像位置に、CCDカメラ素子9の撮像面の位置を合わせる。CCDカメラ素子9からの信号は、図示しないCRT上に表示することによって、OM像の観察が行われる。このように、焦点合わせは、対物レンズ4からCCDカメラ素子9（の撮像面）までの距離を変えることによって行われる。このような光学系は、いわゆる有限補正光学系と呼ばれる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 図2に示すように半導体ウェハ検査用の専用のSEMに組み込まれたOMは、その対物レンズ4は試料室内に固定され、CCDカメラ素子9が試料室外で焦点合わせのために可動となっている。このようにしている理由は、半導体専用のSEMにおいては、試料室内の真空の清浄度が高く要求され、なにかんづく機械的な摺動機構等による微粒子の発生は最も嫌われるためである。

【0005】しかしながら、この図2に示す方式（有限補正光学系）は、固定されている対物レンズに対して試料の位置（高さ）が変化すると、当然試料と対物レンズ間の距離が変化するため結像する位置も変化する。従って、これに対処するためCCDカメラ素子の位置を変えることで補うことになる。従ってこの光学系では、結像位置の変化は、試料と対物レンズ間の距離の変化を対物レンズの倍率によって拡大したものになるから、対物レンズの倍率を大きく取ることが困難になってしまう。このため、OMとしての総合倍率がせいぜい200倍程度に留まってしまい、近年の微細化するパターンを有する半導体ウェハ用には満足できなくなってきた。

【0006】本発明は、かかる問題点を解決すべくなされたものであり、微粒子の発生なしに、対物レンズを可動可能にすることによって、高い倍率の対物レンズが採用できるようにし、OMとしての総合倍率を数百倍から

1000倍程度にまで高くするための対物レンズの駆動機構を提起し、もって近年の微細化するパターンを有する半導体ウェハ用のOM付きSEMを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、第1の発明は、光学顕微鏡を組み込んだ走査型電子顕微鏡において、前記光学顕微鏡の対物レンズを取り付ける拡大テコと、該拡大テコの作用点を駆動する電歪あるいは磁歪アクチュエータとを備え、前記対物レンズと前記走査型電子顕微鏡に装填された試料表面との距離を調節できるようにしたことを特徴とする。

【0008】第2の発明は、前記拡大テコの形状は平行四辺形を成し、かつ該拡大テコの一部にばね性を持たせて変形可能と成すことによって、前記電歪あるいは磁歪アクチュエータで駆動されるに際して前記対物レンズの光軸が常に平行である様に成したことを特徴とする。第3の発明は、前記拡大テコの前記対物レンズの取り付け部または前記対物レンズの位置または変位を読みとる位置検出器を設け、該位置検出器の信号によって、前記電歪あるいは磁歪アクチュエータを駆動・制御することを特徴とする。第4の発明は、前記位置検出器は光学式変位計であることを特徴とする。第5の発明は、前記光学式変位計はレーザ変位計であることを特徴とする。第6の発明は、第3の発明における位置検出器は、渦電流あるいは静電容量の変化を測定する電磁気式変位計であることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0010】図1は、本発明の機構の実施形態の一例を示しており、5は結像レンズ、10は拡大テコ、11は電歪アクチュエータ、12は曲面状部材、13はレーザ変位計である。図2の従来装置と同一番号は同一構成要素を示す。図3は、拡大テコ10の形状を説明する図である。

【0011】図3において、拡大テコ10は、平行四辺形の形状を成し、第1の辺である固定側辺部101と、これに平行な相対する第3の辺である従動側辺部102と、残りの第2、第4の辺である2つのテコ部103と、これら4つの辺を繋ぐ部分近傍のテコ部103に、図面に垂直な方向に材料を穿つ溝を設けることによって、剛性変形可能に成した4箇所をばね性部104から成る。このように成せば、固定側辺部101を固定して、従動側辺部102に第3の辺に平行な方向の適当な外力を加えれば、平行四辺形の形状は変形し、従動側辺部102を上下方向に僅かながら動かすことができる。なお、このとき、図面に垂直な方向には動かないよう、拡大テコ10の形状は図面に垂直な方向には十分厚みを持たせる。あるいは、このようなぶれを防ぐための案内

レール等を設けることも考えられる。

【0012】図1において、拡大テコ10の固定側辺部101は、試料室1に固定され、従動側辺部102には対物レンズ4が取り付けられ、テコ部103のひとつには、テコ作用の拡大率に応じた位置（テコの作用点）に、曲面状部材12を介して電歪アクチュエータ11の一端が接し、電歪アクチュエータ11の他の一端は固定側辺部101に固定されている。なお、電歪アクチュエータ11に代えて磁歪アクチュエータを用いることもできる。ただし、磁歪アクチュエータを用いるときは磁気漏れについて注意を要する。更に、拡大テコ10に働く電歪アクチュエータ11の力の方向は重力の逆方向がよい。また、図示しないが、電歪アクチュエータ11にはアクチュエータを駆動するための制御回路が接続されている。

【0013】このような構成の動作について次に説明する。

【0014】図2の実施形態において、OMによる試料の観察は、焦点合わせを除いて基本的に従来装置と同様に行われる。即ち、光源6からの照明光は、半透明ミラー7で反射され、覗き窓8を経て試料室1に入り、拡大テコ10の従動側辺部102に取り付けられた対物レンズ4を経て、試料2を照明する。試料2からの光は、再び対物レンズ4に達し、ここで平行光となり、覗き窓8を経て、半透明ミラー7を通過し、結像レンズ5に達し、所定の位置に結像される。この結像位置は一定の位置であるから、そこにCCDカメラ素子9を固定して、OM像の観察が行われる。

【0015】焦点合わせは、図示しない電歪アクチュエータ11を駆動するための制御回路を動作させることによって、電歪アクチュエータ11を駆動し、曲面状部材12を介してテコ部103の作用点に変位を与え、そのテコ作用の拡大率に応じて従動側辺部102に取り付けられた対物レンズ4を光学軸方向に駆動することによって行われる。

【0016】このように、対物レンズは試料位置（高さ）の変化に応じて両者間の距離が一定になるように駆動されるから、その光学系にはいわゆる無限遠補正光学系と呼ばれる、対物レンズ4と結像レンズ5間では平行光となる方式を採用することができる。この光学系では、試料の位置に対する対物レンズの位置を常に一定に保つように調節しながら使用されるから、この無限遠補正光学系の光学条件は常に満たされるので、高い倍率の対物レンズが採用できるようになる。また、このように拡大テコを用いているのは、一般に電歪アクチュエータの変位量は極めて小さく、そのままでは実用的に十分なストロークが得られないためである。

【0017】このとき、通常、テコ作用を利用すると、対物レンズ部分は固定点を中心としてテコの腕の長さを半径とする円弧を描くことになり、対物レンズの光学軸

は本来あるべき軸から方向も位置もずれてしまうことになる。しかし、本発明では、拡大テコ10の形状が平行四辺形であるので、少なくとも光学的な軸の方向は常に一定に保たれる。また、半導体ウェハ用のSEMにおいては、必要とする焦点合わせのストロークは比較的小さく、かつその試料室は大きいのでテコの腕の長さは十分に大きくとれるので、光学軸に直交する方向の横方向のずれは僅かであり、実用的に無視できるようにすることができる。

【0018】更に、試料室1の外側に配置されたからレーザ変位計13で、覗き窓8を通して、従動側辺部102の変位を測定し、それを電歪アクチュエータ11を駆動するための制御回路にフィードバックして、電歪アクチュエータ11のヒステリシスによる動作のずれ等を補正する。また、レーザ変位計13に代えて他の光学式変位計を採用することもでき、更には、渦電流あるいは静電容量を応用した変位計も考えられる。このように構成することによって、焦点合わせを自動的に行わせる動作(OMのオートフォーカス機構)が容易となる。

【0019】以上本発明の実施の形態を説明したが、本発明は上記形態に限定されるものではない。例えば、上記説明では、電歪アクチュエータは一方のテコ部に設けているが、テコ部の両方に設けても良い。また、同じく上記説明では、ばね性部104はテコ部103の両端に設けられているが、各辺の繋ぎ目部分であっても良いし、更には固定側辺部101と従動側辺部102の両端に設けても良い。更にばね性部104は、拡大テコ本体

とは異なる材質を用いても良い。更に、レーザ変位計による変位の測定部位は、直接対物レンズ4の一部であっても良い。また、変位計によっては覗き窓8を介さず試料室1内に配置しても良い。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、変形可能な平行四辺形の拡大テコと電歪アクチュエータとを用いることによって、真空中で微粒子を発生させることなしに、対物レンズの焦点位置を可変する機構とすることができるようになって、無限遠補正光学系が採用できるようにした。

【0021】その結果、対物レンズの倍率を高くすることができ、ひいては目的にかなったOM付きの半導体ウェハ用SEMを実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる光学顕微鏡の焦点合わせ機構の一実施例を概略的に示す図である。

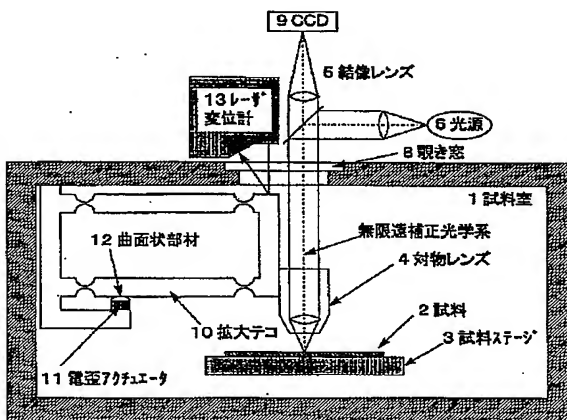
【図2】従来の光学顕微鏡の焦点合わせ機構例を概略的に示す図である。

【図3】本発明にかかる拡大テコの説明図である。

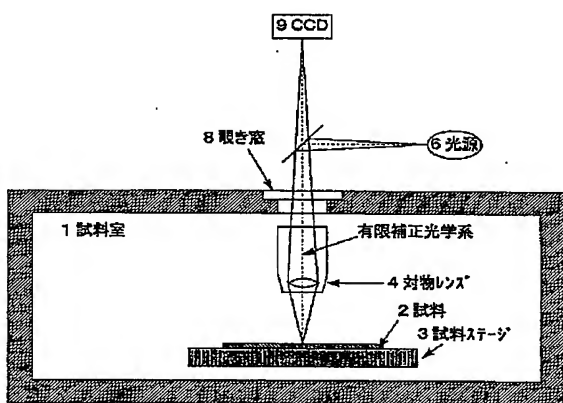
【符号の説明】

1…試料室、2…ウェハ試料、3…試料ステージ、4…対物レンズ、5…結像レンズ、6…光源、7…半透明ミラー、8…覗き窓、9…CCDカメラ素子、10…拡大テコ、11…電歪アクチュエータ、12…曲面状部材、13…レーザ変位計、101…固定側辺部、102…従動側辺部、103…テコ部、104…ばね性部

【図1】



【図2】



【図3】

